

**THIS PAGE IS INSERTED BY OIPE SCANNING  
AND IS NOT PART OF THE OFFICIAL RECORD**

## **Best Available Images**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

**BLACK BORDERS**

**TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

**FADED TEXT**

**BLURRY OR ILLEGIBLE TEXT**

**SKEWED/SLANTED IMAGES**

**COLORED PHOTOS HAVE BEEN RENDERED INTO BLACK AND WHITE**

**VERY DARK BLACK AND WHITE PHOTOS**

**UNDECIPHERABLE GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE THE BEST AVAILABLE  
COPY. AS RESCANNING *WILL NOT*  
CORRECT IMAGES, PLEASE DO NOT  
REPORT THE IMAGES TO THE  
PROBLEM IMAGE BOX.**



DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010860151     \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1996-357102/ 199636

Related WPI Acc No: 2003-233634

XRPX Acc No: N96-301112

Multi-channel ink-jet head having laminated piezoelectric element - has  
extraction electrode pattern formed on insulating substrate, and  
laminated piezoelectric element connected to edge face electrode

Patent Assignee: RICOH KK (RICO )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 8142324	A	19960604	JP 94291594	A	19941125	199636 B
JP 3298755	B2	20020708	JP 94291594	A	19941125	200247

Priority Applications (No Type Date): JP 94291594 A 19941125

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 8142324	A		9	B41J-002/045	
JP 3298755	B2		8	B41J-002/16	Previous Publ. patent JP 8142324

Abstract (Basic): JP 8142324 A

The ink jet head has a number of laminated piezoelectric elements arranged in a row on a substrate and which are energised to control the injection of ink from a nozzle. The head has an extraction electrode pattern (51, 52) formed on an insulated substrate, and a conductive laminated piezoelectric element (56) is connected to an edge face electrode (57) and an internal electrode (27) is connected to both ends of each edge face.

The piezoelectric element is subjected to a split processing, and the extraction electrode and the edge-face electrodes are divided into individual pairs including one of each type of electrode.

ADVANTAGE - Improved mfg. yield, and greater prodn. economies.

Dwg.2/8

Title Terms: MULTI; CHANNEL; INK; JET; HEAD; LAMINATE; PIEZOELECTRIC;  
ELEMENT; EXTRACT; ELECTRODE; PATTERN; FORMING; INSULATE; SUBSTRATE;  
LAMINATE; PIEZOELECTRIC; ELEMENT; CONNECT; EDGE; FACE; ELECTRODE

Derwent Class: P75; T04; V06

International Patent Class (Main): B41J-002/045; B41J-002/16

International Patent Class (Additional): B41J-002/055

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): T04-G02A; V06-M06D



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-142324

(43) 公開日 平成8年(1996)6月4日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 4 1 J 2/045  
2/055  
2/16

B 4 1 J 3/ 04 1 0 3 A  
1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-291594

(22) 出願日 平成6年(1994)11月25日

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 牧田 秀行

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72) 発明者 佐々木 勉

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72) 発明者 岩瀬 政之

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(74) 代理人 弁護士 稲元 富保

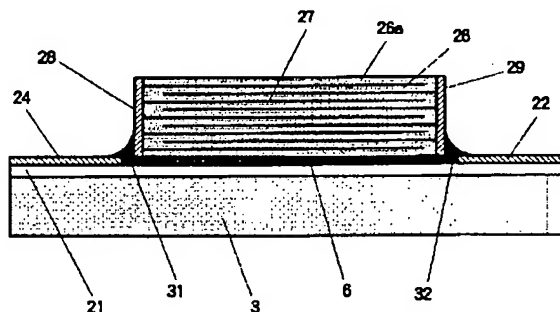
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インクジェットヘッド及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 多チャンネルインクジェットヘッドの製造工程上の歩留りを向上すると共に、コストの削減を図る。

【構成】 絶縁性基板3上に、引出電極用パターン51、52を形成すると共に、予め内部電極27を交互に両端面に取り出して各端面に形成した端面電極57、58に導通接続した積層型圧電素子56を接合し、引出電極用パターン51、52と積層型圧電素子56の端面電極57、58とを導通処理して接続した後、積層型圧電素子56及び基板3の表面部に同時にスリット加工を施して、複数の積層型圧電素子を形成すると共に、引出電極用パターン51、52及び端面電極57、58を複数の積層型圧電素子にそれぞれ個別的に対応する個別引出電極22及び個別端面電極28、29に分割する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に複数の積層型圧電素子を列状に配置し、各積層型圧電素子の d 3 3 方向の変位で加圧液室を加圧してノズルからインクを噴射させるインクジェットヘッドの製造方法において、絶縁基板上に、引出電極用パターンを形成すると共に、予め内部電極を交互に両端面に取り出して各端面に形成した端面電極に導通接続した積層型圧電素子を接合し、前記引出電極用パターンと積層型圧電素子の端面電極とを導通処理して接続した後、前記積層型圧電素子及び前記基板の表面部に同時にスリット加工を施して、前記複数の積層型圧電素子を形成すると共に、前記引出電極用パターン及び端面電極を前記複数の積層型圧電素子にそれぞれ個別的に対応する個別引出電極及び個別端面電極に分割することを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項 2】 基板上に複数の積層型圧電素子を列状に配置し、各積層型圧電素子の d 3 3 方向の変位で加圧液室を加圧してノズルからインクを噴射させるインクジェットヘッドにおいて、前記基板上の積層型圧電素子の最上層が上面に電極を有しない不活性層であることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項 3】 基板上に複数の積層型圧電素子を接合して列状に配置し、各積層型圧電素子の d 3 3 方向の変位で加圧液室を加圧してノズルからインクを噴射させるインクジェットヘッドにおいて、前記積層型圧電素子は内部電極が交互に両端面に取り出されて各端面に形成された個別端面電極に導通接続され、更にこの個別端面電極が前記基板上に設けられた個別引出電極に導通処理材料で接続され、この導通処理材料がヤング率  $200 \text{ kg f/mm}^2$  以上の材料からなることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項 4】 基板上に複数の積層型圧電素子を接合して列状に配置し、各積層型圧電素子の d 3 3 方向の変位で加圧液室を加圧してノズルからインクを噴射させるインクジェットヘッドにおいて、前記積層型圧電素子は内部電極が交互に両端面に取り出されて各端面に形成された個別端面電極に導通接続され、更にこの個別端面電極が前記基板上に設けられた個別引出電極に導通処理材料で接続され、この導通処理材料が前記個別端面電極の外全面に付着されていることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項 5】 基板上に複数の積層型圧電素子を接合して列状に配置し、各積層型圧電素子の d 3 3 方向の変位で加圧液室を加圧してノズルからインクを噴射させるインクジェットヘッドにおいて、前記基板と前記積層型圧電素子を接合する接合材料がヤング率  $200 \text{ kg f/mm}^2$  以上の材料からなることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項 6】 基板上に複数の積層型圧電素子を接合して列状に配置し、各積層型圧電素子の d 3 3 方向の変位

で加圧液室を加圧してノズルからインクを噴射させるインクジェットヘッドにおいて、前記積層型圧電素子は内部電極が交互に両端面に取り出されて、この取り出された内部電極が前記基板上に設けられた個別引出電極に導通処理材料で接続されていることを特徴とするインクジェットヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、インクジェットヘッド及びその製造方法に関し、特に積層型圧電素子を用いるインクジェットヘッド及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 インクジェット記録方式は、ヘッドを記録紙上に接触することなく記録することができると共に、記録プロセスが非常に単純であることやカラー記録にも適することなどから注目されている。従前、このインクジェット記録方式として種々の方式が提案されているが、現在では、記録信号が入力されたときのみインクを吐出する所謂ドロップオンデマンド (DOD) 方式が主流になっている。そして、DOD 方式の中には、熱エネルギーによってインク中に発生するバブルを利用する所謂バブルジェット方式 (特公昭 61-59913 号等) と圧電素子を用いるピエゾアクチュエータ方式 (特公昭 60-8953 号公報等) がある。

【0003】 後者のピエゾアクチュエータ方式として、例えば特開平 3-10846 号公報に記載されているように、加圧液室を構成する壁面を变形可能な構造として、この变形可能な壁面の外側に圧電素子を設け、この圧電素子を用いて加圧液室の壁面を变形させてその内容積を変化させることで、インクに圧力を与えて液滴化してノズルから飛翔させる方式がある。そして、このピエゾアクチュエータ方式では、圧電素子前面のノズル領域あるいは加圧液室のパルス的な圧力上昇が必要であり、圧電素子に印加される電圧波形は数  $\mu\text{sec}$  ～ 数  $10 \mu\text{sec}$  の立ち上がり時間に設定され、インクの補給は圧電素子の変位を元に戻すことによって行われる。

【0004】 このようなピエゾアクチュエータ方式のインクジェットヘッドにあつては、圧電素子がインクに直接接触せず、さらに、圧電素子の発熱も無視できるため、使用するインク種類の制約がないという利点がある反面、多チャンネル化 (ここで、「チャンネル」とは、それぞれ 1 個の圧電素子、加圧液室及びノズルから構成される部分をいう。) を図る場合に、圧電素子を高集積密度で配列したり、高集積密度で配列した場合でも個々の圧電素子の電極と外部との電氣的接続等が難しいという不利な点がある。

【0005】 そこで、従来、例えば特開平 3-73347 号公報に記載されているように、基板上に電極用パターンを形成すると共に圧電素子を接合した後、圧電素子及び基板の表面部にスリット加工を施して複数の圧電素

3

子を形成すると共に電極用パターンを複数の圧電素子に対応して分割することで、高集積密度化を図り、しかも個々の圧電素子への外部からの電気的接続を容易にしたインクジェットヘッドがある。ただし、このインクジェットヘッドは圧電素子を加圧液室に直接臨ませてインクが圧電素子に接触する方式のものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した従来のピエゾアクチュエータ方式のインクジェットヘッドにあっては、圧電素子の高密度集積化や外部への電極の取出しが容易になるものの、特に、圧電素子として積層型圧電素子を用いて、この積層型圧電素子のd33方向の変位を利用する（前記特開平3-73347号公報参照）場合に、高集積化が進むに従って圧電素子のスリット幅及びピッチが小さくなって、各層の両面に設けられる内部電極を外部と電気的に接続することが困難になったり、またスリット加工を施すときに基板と圧電素子との接合不良が発生したり、圧電素子が破損したりする。

【0007】本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、インクジェットヘッドの製造工程での歩留りを向上すると共に、コストの低減を図ることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、請求項1のインクジェットヘッドの製造方法は、基板上に複数の積層型圧電素子を列状に配置し、各積層型圧電素子のd33方向の変位で加圧液室を加圧してノズルからインクを噴射させるインクジェットヘッドの製造方法において、絶縁基板上に、引出電極用パターンを形成すると共に、予め内部電極を交互に両端面に取り出して各端面に形成した端面電極に導通接続した積層型圧電素子を接合し、前記引出電極用パターンと積層型圧電素子の端面電極とを導通処理して接続した後、前記積層型圧電素子及び前記基板の表面部に同時にスリット加工を施して、前記複数の積層型圧電素子を形成すると共に、前記引出電極用パターン及び端面電極を前記複数の積層型圧電素子にそれぞれ個別に対応する個別引出電極及び個別端面電極に分割する。なお、「引出電極」とは積層型圧電素子の電極を外部に引出するための電極の意味で、「端面電極」とは積層型圧電素子の内部電極に接続される外部電極の意味で用いる。

【0009】請求項2のインクジェットヘッドは、基板上に複数の積層型圧電素子を列状に配置し、各積層型圧電素子のd33方向の変位で加圧液室を加圧してノズルからインクを噴射させるインクジェットヘッドにおいて、前記基板上の積層型圧電素子の最上層が上面に電極を有しない不活性層である構成としている。

【0010】請求項3のインクジェットヘッドは、基板上に複数の積層型圧電素子を接合して列状に配置し、各積層型圧電素子のd33方向の変位で加圧液室を加圧し

4

てノズルからインクを噴射させるインクジェットヘッドにおいて、前記積層型圧電素子は内部電極が交互に両端面に取り出されて各端面に形成された個別端面電極に導通接続され、更にこの個別端面電極が前記基板上に設けられた個別引出電極に導通処理材料で接続され、この導通処理材料がヤング率200kgf/mm<sup>2</sup>以上の材料からなる。

【0011】請求項4のインクジェットヘッドは、基板上に複数の積層型圧電素子を接合して列状に配置し、各積層型圧電素子のd33方向の変位で加圧液室を加圧してノズルからインクを噴射させるインクジェットヘッドにおいて、前記積層型圧電素子は内部電極が交互に両端面に取り出されて各端面に形成された個別端面電極に導通接続され、更にこの個別端面電極が前記基板上に設けられた個別引出電極に導通処理材料で接続され、この導通処理材料が前記個別端面電極の外周面に付着されている。

【0012】請求項5のインクジェットヘッドは、基板上に複数の積層型圧電素子を接合して列状に配置し、各積層型圧電素子のd33方向の変位で加圧液室を加圧してノズルからインクを噴射させるインクジェットヘッドにおいて、前記基板と前記積層型圧電素子を接合する接合材料がヤング率200kgf/mm<sup>2</sup>以上の材料からなる。

【0013】請求項6のインクジェットヘッドは、基板上に複数の積層型圧電素子を接合して列状に配置し、各積層型圧電素子のd33方向の変位で加圧液室を加圧してノズルからインクを噴射させるインクジェットヘッドにおいて、前記積層型圧電素子は内部電極が交互に両端面に取り出されて、この取り出された内部電極が前記基板上に設けられた個別引出電極に導通処理材料で接続されている。

【0014】

【作用】請求項1のインクジェットヘッドの製造方法は、絶縁基板上に、引出電極用パターンを形成すると共に、予め内部電極を交互に両端面に取り出して各端面に形成した端面電極に導通接続した積層型圧電素子を接合し、引出電極用パターンと積層型圧電素子の端面電極とを導通処理して接続した後、積層型圧電素子及び基板の表面部に同時にスリット加工を施して、複数の積層型圧電素子を形成すると共に、引出電極用パターン及び端面電極を複数の積層型圧電素子にそれぞれ個別に対応する個別引出電極及び個別端面電極に分割するので、積層型圧電素子の内部電極と個別引出電極との接続を容易に行うことができる。

【0015】請求項2のインクジェットヘッドは、基板上の積層型圧電素子の最上層が上面に電極を有しない不活性層である構成としているので、積層型圧電素子を基板に接合した後その表面を加工することが可能になり、圧電素子の部品公差を緩くすることができる。

【0016】請求項3のインクジェットヘッドは、積層型圧電素子は内部電極が交互に両端面に取り出されて各端面に形成された個別端面電極に導通接続され、更にこの個別端面電極が前記基板上に設けられた個別引出電極にヤング率 $200\text{ kgf/mm}^2$ 以上の導通処理材料で接続されるので、基板と積層型圧電素子との接合が強くなって、スリット加工を施すときの積層型圧電素子の破損を少なくすることができる。

【0017】請求項4のインクジェットヘッドは、積層型圧電素子は内部電極が交互に両端面に取り出されて各端面に形成された個別端面電極に導通接続され、更にこの個別端面電極が基板上に設けられた個別引出電極に導通処理材料で接続され、この導通処理材料が個別端面電極の外全面に付着されているので、積層型圧電素子と基板との接合強度が向上して、スリット加工を施すときの積層型圧電素子の破損を少なくすることができる。

【0018】請求項5のインクジェットヘッドは、基板と積層型圧電素子を接合するヤング率 $200\text{ kgf/mm}^2$ 以上の接合材料で接合しているため、積層型圧電素子と基板との接合強度が向上して、スリット加工を施すときの積層型圧電素子の破損を少なくすることができる。

【0019】請求項6のインクジェットヘッドは、積層型圧電素子は内部電極が交互に両端面に取り出されて、この取り出された内部電極が基板上に設けられた個別引出電極に導通処理材料で接続されているので、積層型圧電素子の内部電極と個別引出電極との接続を容易に行うことができ、工数の削減を図れる。

【0020】

【実施例】以下、本発明の実施例を添付図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施例を示すインクジェットヘッドの外観斜視図、図2は図1の分解斜視図、図3は図1のA-A線に沿う断面図、図4は図1のB-B線に沿う断面図、図5は図3の要部拡大断面図である。

【0021】このインクジェットヘッドは、アクチュエータユニット1と、このアクチュエータユニット1上に接合された液室ユニット2とからなる。アクチュエータユニット1は、基板3上に複数の積層型圧電素子を列状に配置（列設）してなる2列の圧電素子列4、4及びこれら2列の圧電素子列4、4の周囲を取り囲むフレーム部材5を接合剤6によって接合している。圧電素子列4は、インクを液滴化して飛翔させるための駆動パルスが与えられる複数の圧電素子（これを「駆動部圧電素子」という。）7、7…と、駆動部圧電素子7、7間に位置し、駆動パルスが与えられずに単に液室ユニット固定部材となる複数の圧電素子（これを「固定部圧電素子」という。）8、8…とを交互に配置したパイピッチ構造としている。

【0022】液室ユニット2は、ダイヤフラム部11を形成した振動板12上に、加圧液室、共通インク流路等

を形成する感光性樹脂フィルム（ドライフィルムレジスト）からなる液室流路形成部材13を接着し、この液室流路形成部材13上に複数のノズル15を形成したノズルプレート16を接着してなり、これら振動板12、液室流路形成部材13及びノズルプレート16によって、圧電素子列4の各駆動部圧電素子7、7…に対向するダイヤフラム部11を有するそれぞれ略独立した複数の加圧液室17を形成し、かつノズル15、15…を圧電素子列4の各駆動部圧電素子7、7…に対向して配列している。そして、この液室ユニット2はその振動板12が接着剤18によってアクチュエータユニット1上に高い剛性で接合されている。

【0023】ここで、アクチュエータユニット1の基板3は、厚さ0.5～5mm程度で、しかも圧電素子に似た材質のものからなり、圧電素子と共に例えばダイヤモンド砥石による切削が可能なるものであることが好ましい。

【0024】この基板3上の圧電素子の列設方向と直交する方向の両端部には各圧電素子列4、4の個々の駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8の対向しない端面側を接続するスリット溝21で分割された個別引出電極22、22…が形成されていると共に、各圧電素子列4、4間で前記スリット溝21と直交する方向（圧電素子の列設方向）に、このスリット溝21よりも深い共通溝23が形成され、この共通溝23には各圧電素子列4、4の個々の駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8の対向する端面側を接続する共通電極24が形成されている。また、この基板3の端部に形成したインク供給孔3aにはインク供給パイプ25が接続される。

【0025】ここで、駆動部圧電素子7と個別引出電極22及び共通電極24との位置関係は、図5に示すように僅かに隙間をあけている。これは、駆動部圧電素子7が各電極22、24上に載ると、電極22、24の厚みや誤差が圧電素子7、8の接合品質、すなわち接合の均一性や接合後の面平行精度に影響を与えることになって好ましくないからである。ただし、駆動部圧電素子7と個別引出電極22及び共通電極24とが僅かにオーバーラップする程度であれば悪影響は少ない。

【0026】圧電素子列4を構成している駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8としては、10層以上の積層型圧電素子を用いている。この積層型圧電素子は、例えば図3及び図5に示すように、厚さ $20\sim 50\mu\text{m}$ /1層のPZT（ $=\text{Pb}(\text{Zr}\cdot\text{Ti})\text{O}_3$ ）26と、厚さ数 $\mu\text{m}$ /1層の銀・パラジウム（AgPd）からなる内部電極27とを交互に積層したものである。そして、これらの駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8の最上層26aの上には内部電極27に相当する電極を形成しないで不活性層としている。なお、圧電素子として用いる材料は上記に限られるものでなく、一般に圧電素子材料として用いられる $\text{BaTiO}_3$ 、 $\text{PbTiO}_3$ 、 $(\text{NaK})\text{NbO}_3$ 等の強誘電体などを用いることもできる。



7

8

【0027】そして、各圧電素子列4の駆動部圧電素子7の多数の内部電極27、27を1層おきに交互に両端面に取り出して、両端面に形成した例えばAgPdからなる個別端面電極28、29に接続し、各圧電素子列4、4の各駆動部圧電素子7の対向する端面側の個別端面電極28、28…を基板3上の共通電極24にヤング率200kgf/mm<sup>2</sup>以上の導通処理材料31を介して接続し、各圧電素子列4、4の各駆動部圧電素子7の対向しない端面側の個別端面電極29、29…を基板3上の個別引出電極22、22…に導通処理材料32を介して接続している。各個別引出電極22、22…及び共通電極24にはFPCケーブル33が接続されて、駆動電圧を与えられることによって積層方向に電界が発生して、駆動部圧電素子7には積層方向の伸びの変位（電界と同方向のd33方向の変位）が生起される。なお、固定部圧電素子8についても製造工程上駆動部圧電素子7と同様に各電極が設けられているが、駆動パルスを印加しない構成（駆動部圧電素子7のみを選択的に駆動する構成）になっている。

【0028】フレーム部材5は、図2に示すように、板状部材に圧電素子列4、4に対応する透孔部5a、5bを穿設することによって、圧電素子列4、4の各駆動部圧電素子7、7…の列設方向と直交する方向の一方側に固定部35、36を形成すると共に、2つの圧電素子列4、4の他方側である中央部にも固定部37を形成し、これらの固定部35～37の圧電素子列4、4の各駆動部圧電素子7、7…の列設方向の両端部に架橋部38、38を形成したものである。なお、フレーム部材5の一方の架橋部38には基板3のインク供給孔3aに対応するインク供給孔5cが形成されている。

【0029】次に、液室ユニット2の振動板12は、図3に示すように下側液室流路形成部材13側は平坦面とし、圧電素子列4側はそれぞれ厚みの異なるダイアフラム領域12a、接合領域12b及び逃げ領域12cを形成して、圧電素子列4の駆動部圧電素子7、7…に対応してダイアフラム部11を形成したものである。この振動板12はNi（ニッケル）の金属プレートからなり、エレクトロフォーミング法によって製造している。なお、振動板12にもインク供給孔12dを形成している。

【0030】液室流路形成部材13は、振動板12上面とノズルプレート16との間に位置して加圧液室17の流路等を形成するものであり、その製造工程から下側液室流路形成部材40及び上側液室流路形成部材41で構成している。

【0031】下側液室流路形成部材40は、振動板12上面に接着された感光性樹脂フィルムからなり、図2に示すように上側液室流路形成部材41と相俟って圧電素子列4の各駆動部圧電素子7、7…に対応して各々独立した加圧液室17の流路を形成すると共に、各加圧液室

17へのインク供給路を兼ねた流体抵抗部42を形成する多数の内側隔壁部43と、加圧液室17、17…の周囲に共通インク流路44を形成する外周隔壁部45とからなる。上側液室流路形成部材41は、下側液室流路形成部材40と略同様の構成であるが、下側液室流路形成部材40の流体抵抗部42に相当する部分がない点で異なる。

【0032】ノズルプレート16にはインク滴を飛翔させるための微細孔である多数のノズル15が形成されており、このノズル15の径はインク滴出口側の直径で35μm以下に形成し、かつノズル15は加圧液室17の中心近傍に対応する位置に設けている。このノズルプレート16も振動板12と同様にNi（ニッケル）の金属プレートからなり、エレクトロフォーミング法によって製造している。

【0033】次に、このインクジェットヘッドの製造工程について説明する。このインクジェットヘッドは、予めアクチュエータユニット1と液室ユニット2とを別々に組付けた後、両ユニット1、2を接着接合して製造している。このような製造工程を採用することによって、両ユニット1、2の良品同士を選んで組み付けることができ、歩留りが向上すると共に、加工組付け工程で塵埃が発生しやすいアクチュエータユニット1と、塵埃の付着を完全に避けたい液室ユニット2とを別々の工程で組付けることができるので、完成したインクジェットヘッドの品質自体が向上する。以下、具体的に説明する。

【0034】まず、アクチュエータユニット1の加工及び組付け工程は、次のとおりである。すなわち、図2、図5及び図6に示すように、セラミックス、高剛性の樹脂等の電気絶縁性材料から形成した基板3に予めインク供給孔3aを形成すると共に、圧電素子の列設方向（ノズルの配列方向）に沿って中央部に共通溝23を形成する。この共通溝23は、後述する圧電素子プレート等の切断加工時の切込み溝であるスリット溝21よりも深く形成する。

【0035】そして、この基板3の両側部分に個別引出電極22を形成するための導電性材料からなる個別引出電極用パターン51、52を形成すると共に、共通溝23内及びその近傍並びに個別引出電極用パターン51、52を迂回して基板3の両端部に臨むように導電性材料からなる共通電極用パターン53を形成し、個別引出電極用パターン51と共通電極用パターン53との間及び個別引出電極用パターン52と共通電極用パターン53との間を圧電素子接合領域54、55としている。

【0036】これらの各電極パターン51～53は、例えばNi、Au、Cu等の金属蒸着、又は同種金属の電解、無電界メッキ、あるいはAgPd、AgPt、Auペースト等の厚膜導体ペーストの印刷等の方法によって形成して基板3表面に密着させている。なお、共通電極は、後述する圧電素子プレート及び個別引出電極用パターン

51, 52の切断加工後に別途導電性ペースト等で形成することもできるので、最低限必要な電極用パターンは個別引出電極用パターンのみである。

【0037】そして、図7に示すように基板3上の前記圧電素子接合領域54, 55に積層型圧電素子をプレート状に形成してなる圧電素子プレート56, 56を接合剤6(図3参照)を用いて接着接合する。この圧電素子プレート56の基板3への接合に用いる接合剤6としてはヤング率 $200\text{ kg f/mm}^2$ 以上のものがよく、ここでは加熱硬化タイプのエポキシ系接着剤を使用している。接着剤の形態としては、1液タイプ、2液混合タイプ、フィルムタイプ等のいずれでも使用可能である。

【0038】そして、これらの圧電素子プレート56, 56の長辺部端面には予め前記個別端面電極(個別外部電極)28, 29を形成するための端面電極57, 58を形成しておき、基板3上への接着接合後、これらの2枚の圧電素子プレート56, 56の対向する側の端面電極57, 57を基板3上の共通電極用パターン53に導通処理材料32にて電氣的に接続すると共に、2枚の圧電素子プレート56, 56の対向しない端面電極58, 58を基板3上の各個別引出電極用パターン51, 51に導通処理材料31にて電氣的に接続する。この導通処理材料31, 32としてはヤング率 $200\text{ kg f/mm}^2$ 以上のものを用いている。また、導通処理材料31, 32としては、例えば導電性接着剤、Au等のスパッタリング、Au等の蒸着、AgPd等のディッピングなどを用いることができる。

【0039】次いで、ダイヤモンド砥石をセットしたダイヤモンド等によって、2枚の圧電素子プレート56, 56及び基板3の表面部を、その端面電極57, 58と直交する方向に所定のピッチで切断するスリット加工を施して、駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8となる複数の積層型圧電素子を分割形成する同時に、端面電極57, 58を個々の駆動部圧電素子7(及び固定部圧電素子8)に対応する個別端面電極28, 29に分割する。このとき、図5にも示すように基板3に所定の深さまで切込んでスリット溝21を入れて切断することによって、個々の駆動部圧電素子7(及び固定部圧電素子8)を完全に独立させると共に、基板3上の個別引出電極用パターン57, 58を個々の駆動部圧電素子7(及び固定部圧電素子8)にそれぞれ個別に対応する個別引出電極22, 22…に分割する。このとき、分割形成された個別引出電極22, 22…は、個々の駆動部圧電素子7(及び固定部圧電素子8)の対向しない端面側の個別端面電極29, 29…と導通処理材料32を介して接続されたままである。なお、切断ピッチは、例えば1ピッチ当たり $100\text{ }\mu\text{m}$ 程度の幅の圧電素子7, 8が形成されるピッチとしている。

【0040】また、基板3上の共通電極用パターン53はその一部が個々の駆動部圧電素子7(及び固定部圧電

素子8)に対応して分割されるが、基板3の共通溝23にまでスリット溝21が達しないので、切断加工後も共通電極用パターン53は共通溝23を通じて2列の圧電素子列4, 4の駆動部圧電素子7(及び固定部圧電素子8)毎に対向する端面側のすべての個別端面電極28, 28…と導通処理材料31を介して接続されたままである。これにより、簡単に2列の圧電素子列4, 4の対向する個別端面電極28, 28…に接続された共通電極24を確保することができる。

【0041】このように、インクジェットヘッドの製造方法において、絶縁性基板3上に、引出電極用パターン51, 52を形成すると共に、予め内部電極27を交互に両端面に取り出して各端面に形成した端面電極57, 58に導通接続した積層型圧電素子56を接合し、引出電極用パターン51, 52と積層型圧電素子56の端面電極57, 58とを導通処理して接続した後、積層型圧電素子56及び基板3の表面部に同時にスリット加工を施して、複数の積層型圧電素子(駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8)を形成すると共に、引出電極用パターン51, 52及び端面電極57, 58を複数の積層型圧電素子にそれぞれ個別に対応する個別引出電極22及び個別端面電極28, 29に分割することによって、複数の積層型圧電素子の高密度集積化が図れ、内部電極からの電極の取出しが容易になる上、積層型圧電素子と基板が接合されて接合強度が高くなっているため、スリット加工時の積層型圧電素子の破損が低減して、歩留りが向上し、コストの削減を図ることができる。

【0042】そして、積層型圧電素子の端面電極と基板上の引出電極とを導通させる導通処理材料31, 32としてヤング率 $200\text{ kg f/mm}^2$ 以上のものを用いることによって、積層型圧電素子と基板との振動を低減することができ、スリット加工時の積層型圧電素子の破損が一層少なくなる。また、基板3と駆動部圧電素子7との接合剤6としてヤング率 $200\text{ kg f/mm}^2$ 以上のものを用いることによって、積層型圧電素子と基板との振動を低減することができ、スリット加工時の圧電素子の破損を少なくすることができると共に、駆動部圧電素子7の駆動時の変位効率の低下を防止してヘッドの特性を向上できる。

【0043】このようにして、圧電素子プレート56, 56等のスリット加工が終了した基板3上にフレーム部材5を接合剤6を用いて接着接合する。ここで、フレーム部材5接合後のフレーム部材5の上面と圧電素子列4, 4の上面とは、精度良く同一平面となっている必要がある。これは、後述するようにこの部分に液室ユニット2の振動板12を接合するため、面精度が悪いと接着されないダイアフラム部11が発生するからである。そこで、駆動部圧電素子7(固定部圧電素子7も同じである。)の最上層26aの上面に電極を形成しないで不活性層として表面加工を可能にし、圧電素子列4, 4の高

さよりも僅かに高いフレーム部材5を接着接合した後、表面の研削加工を行い、圧電素子列4、4の各圧電素子7、8上面が僅かに削れて同一平面になるまで研削を行うようにして、両部品の寸法精度及び接着工法の困難性を解消している。

【0044】その後、基板3の個別引出電極22、22及び共通電極24にFPCケーブル33を熱と加圧で接合して、アクチュエータユニット1を完成する。なお、FPCケーブル33は圧電素子列4、4の内の駆動部圧電素子7、7…を選択的に駆動できるパターンを有し、その接合部には予め半田メッキを施している。

【0045】そして、このようにして完成したアクチュエータユニット1上に、別途加工組付けを行った液室ユニット2をその振動板12側（接合面）を下方にして、位置合わせしながら接着接合する。最後に、基板3のインク供給孔3aにインク供給パイプ25を挿入して接着剤を塗布硬化して固定する。

【0046】次に、以上のように構成したインクジェットヘッドの作用について説明すると、記録信号に応じて選択的に圧電素子列4、4の駆動部圧電素子7、7…に20～50Vの駆動パルス電圧を印加することによって、パルス電圧が印加された駆動部圧電素子7が変位して振動板12の対応するダイアフラム部11をノズル15方向に変形させ、加圧液室17の容積（体積）変化によって加圧液室17内のインクを加圧し、インクがノズルプレート16のノズル15から液滴となって噴射され、記録を行うことができる。

【0047】そして、インク滴の吐出に伴って加圧液室17内のインク圧力が低下し、このときのインク流れの慣性によって加圧液室17内には若干の負圧が発生する。この状態の下において、駆動部圧電素子7への電圧の印加をオフ状態にすることによって、振動板12のダイアフラム部11が元の位置に戻って加圧液室17が元の形状になるため、さらに負圧が発生する。

【0048】このとき、図示しないインクタンクに通じるインク供給パイプ25から入ったインクは、共通インク流路44を通して流体抵抗部42から加圧液室17内に充填される。そこで、ノズル15のインクメニスカス面の振動が減衰して安定した後、次のインク滴吐出のために駆動部圧電素子7にパルス電圧を印加する。

【0049】なお、上記実施例においては、駆動部圧電素子7の両端面の個別端面電極28、29と共通電極24、個別引出電極22とを導通処理する導通処理材料31、32は個別端面電極28、29の外周の一部に付着させているが、図8に示すように導通処理材料31、32を個別端面電極28、29の全面に付着させて導通処理を行うことによって、駆動部圧電素子7となる前の圧電素子プレート56に対するスリット加工前の圧電素子プレート56と基板3との接合強度を飛躍的に向上させることができ、スリット加工時の積層型圧電素子の破損

を一層低減することができる。

【0050】また、上記実施例においては、駆動部圧電素子7の両端面に内部電極27を交互に接続した個別端面電極28、29を形成しているが、両端面の略全面に導通処理材料31、32を付着させて、両端面に引出した内部電極27と共通電極24、個別引出電極22とを直接導通させるようにすることもでき、これによって工数が削減されて、コストが低減する。

【0051】さらに、上記実施例では、ノズルの開口方向を圧電素子の変位方向と同軸上にしたサイドシュータ方式のインクジェットヘッドに適用した例で説明したが、ノズルの開口方向を圧電素子の変位方向と直交する方向にしたエッジシュータ方式のインクジェットヘッドにも適用することができる。さらに上記実施例では駆動部圧電素子と固定部圧電素子とを交互に配列したバイピッチ構造としたが、すべての圧電素子を駆動部とするノーマルピッチ構造にすることもでき、上記実施例の説明中の固定部圧電素子8も駆動部圧電素子7となる。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1のインクジェットヘッドの製造方法によれば、絶縁基板上に、引出電極用パターンを形成すると共に、予め内部電極を交互に両端面に取り出して各端面に形成した端面電極に導通接続した積層型圧電素子を接合し、引出電極用パターンと積層型圧電素子の端面電極とを導通処理して接続した後、積層型圧電素子及び基板の表面部に同時にスリット加工を施して、複数の積層型圧電素子を形成すると共に、引出電極用パターン及び端面電極を複数の積層型圧電素子にそれぞれ個別に対応する個別引出電極及び個別端面電極に分割するので、積層型圧電素子の内部電極と個別引出電極との接続を容易に行うことができ、製造工程上の歩留りの向上を図れ、コストを削減できる。

【0053】請求項2のインクジェットヘッドによれば、基板上の積層型圧電素子の最上層が上面に電極を有しない不活性層である構成としているので、積層型圧電素子を基板に接合した後その表面を加工することが可能になり、圧電素子の部品公差を緩くすることができ、製造工程上の歩留りの向上を図れ、コストを削減できる。

【0054】請求項3のインクジェットヘッドによれば、積層型圧電素子は内部電極が交互に両端面に取り出されて各端面に形成された個別端面電極に導通接続され、更にこの個別端面電極が前記基板上に設けられた個別引出電極にヤング率200kgf/mm<sup>2</sup>以上の導通処理材料で接続されるので、基板と積層型圧電素子との接合が強くなって、スリット加工を施すときの積層型圧電素子の破損を少なくすることができ、製造工程上の歩留りの向上を図れ、コストを削減できる。

【0055】請求項4のインクジェットヘッドによれば、積層型圧電素子は内部電極が交互に両端面に取り出されて各端面に形成された個別端面電極に導通接続さ

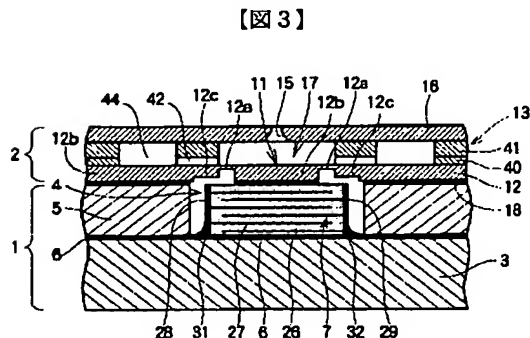
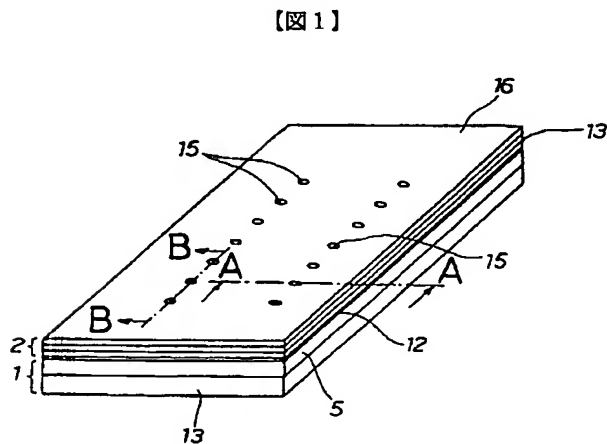
れ、更にこの個別端面電極が基板上に設けられた個別引出電極に導通処理材料で接続され、この導通処理材料が個別端面電極の外表面全面に付着されているので、積層型圧電素子と基板との接合強度が向上して、スリット加工を施すときの積層型圧電素子の破損を少なくすることができ、製造工程上の歩留りの向上を図れ、コストを削減できる。

【0056】請求項5のインクジェットヘッドによれば、基板と積層型圧電素子を接合するヤング率  $200 \text{ kgf/mm}^2$  以上の接合材料で接合しているので、積層型圧電素子と基板との接合強度が向上して、スリット加工を施すときの積層型圧電素子の破損を少なくすることができ、製造工程上の歩留りの向上を図れ、コストを削減できる。

【0057】請求項6のインクジェットヘッドによれば、積層型圧電素子は内部電極が交互に両端面に取り出されて、この取り出された内部電極が基板上に設けられた個別引出電極に導通処理材料で接続されているので、積層型圧電素子の内部電極と個別引出電極との接続を容易に行うことができ、工数の削減を図れ、製造工程上の歩留りの向上を図れ、コストを削減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示すインクジェットヘッド



の外観斜視図

【図2】図1の分解斜視図

【図3】図1のA-A線に沿う断面図

【図4】図1のB-B線に沿う断面図

【図5】図3の要部拡大断面図

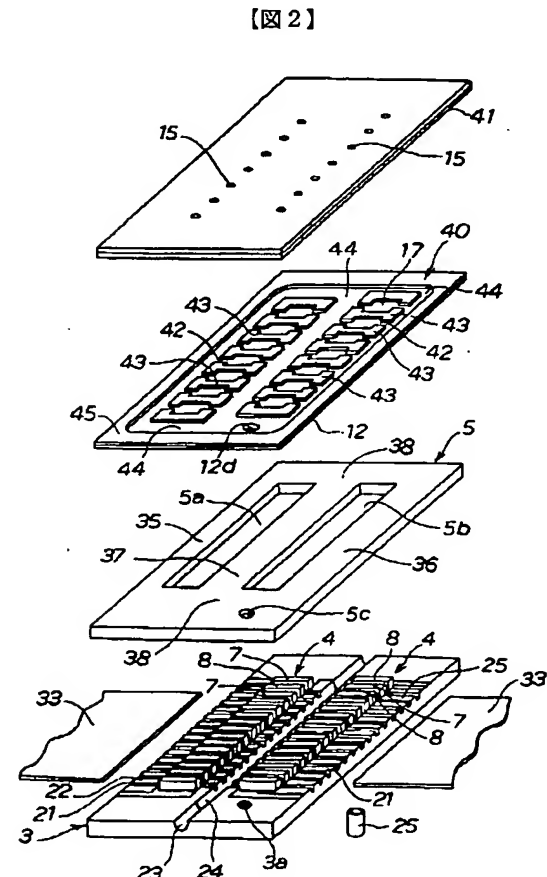
【図6】アクチュエータユニットの加工及び組立て工程の説明に供する基板の斜視図

【図7】同工程の説明に供する基板に圧電素子プレートを接合した状態の斜視図

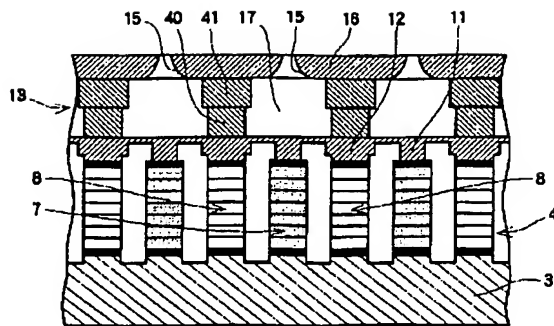
【図8】他の実施例の説明に供する図5と同様な要部拡大断面

【符号の説明】

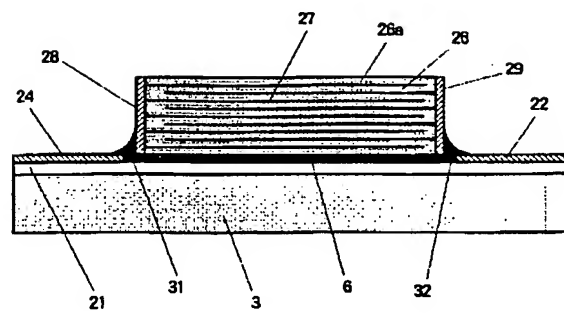
1…アクチュエータユニット、2…液室ユニット、3…基板、4…圧電素子列、5…フレーム部材、6…接着剤、7…駆動部圧電素子、8…固定部圧電素子、11…ダイヤフラム部、12…振動板、13…液室流路形成部材、15…ノズル、16…ノズルプレート、17…加圧液室、21…スリット溝、22…個別引出電極、23…共通溝、24…共通電極、27…内部電極、28, 29…個別端面電極、51, 52…個別引出電極用パターン、53…共通電極用パターン、56…圧電素子プレート、57, 58…外部電極。



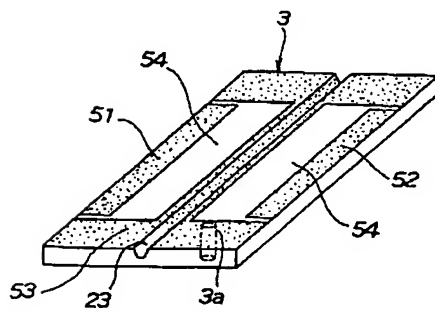
【図4】



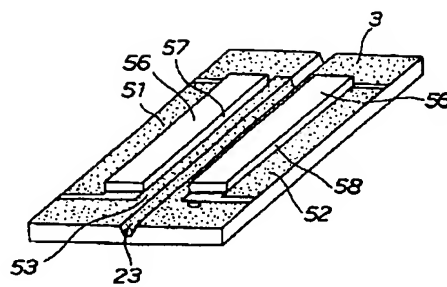
【図5】



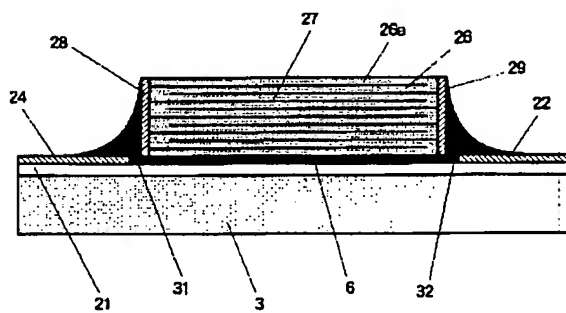
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 梅沢 道夫  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

